

DOI 10.54220/v.rsue.1991-0533.2023.81.1.006

А.В. Парфенов, Сьюй Наймин

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК

Аннотация

В статье проводится исследование и обобщается практический опыт применения современных цифровых технологий в цепях поставок. Определяются ключевые технологические тенденции цифровизации и характеризуются отличительные черты цифровой трансформации цепей поставок. Проводится ретроспективный анализ стратегических технологических трендов в цепях поставок с учетом их ценности и конкурентных преимуществ. Отдельное внимание уделяется гиперавтоматизации, цифровым двойникам и безопасности цепочек поставок, иммерсивному опыту, граничным экосистемам, устойчивому развитию цепей поставок (ESG), встроенному искусственному интеллекту, расширенному анализу данных. Устанавливаются перспективные направления развития цифровой трансформации и модернизации бизнес-процессов в цепях поставок.

Ключевые слова

Цифровые технологии, цифровая трансформация цепей поставок, искусственный интеллект.

A. V. Parfenov, Xu Naiming

STRATEGIC TECHNOLOGICAL TRENDS IN SUPPLY CHAINS

Annotation

Article conducts research and summarizes the practical experience of using modern digital technologies in supply chains. Key technological trends of digitalization are determined and distinctive features of digital transformation of supply chains are characterized. Retrospective analysis of strategic technological trends in supply chains is carried out, taking into account their value and competitive advantages. Special attention is paid to hyperautomation, digital twins of supply chain security, immersive experience, boundary ecosystems, sustainable development of supply chains (ESG), embedded artificial intelligence, advanced data analysis. Promising directions for development of digital transformation and modernization of business processes in supply chains are being established.

Keywords

Digital technologies, digital transformation of supply chains, artificial intelligence.

Введение

В условиях трансформации мировых экономических отношений и перестройки глобальных производственных и торговых маршрутов возникает объективная необходимость модернизации логистических процессов в цепях поставок, повышения надежности и устойчивости трансграничной логистики. По мнению генерального директора американской компании по разработке программного обеспечения и консалтингу Blue Yonder Д. Ангова, «цепочки поставок находятся на пересечении новых вековых тенденций, возрастающей неопределенности и набора новых революционных технологий» [1]. К числу последних, безусловно, относятся и современные информационно-коммуникационные технологии, именуемые также цифровыми технологиями.

В 2017 г. американская компания по разработке программного обеспечения и консалтингу JDA Software Group (переименованная в 2020 г. в Blue Yonder) выпустила сборник рекомендаций Digital Supply Chain for Dummies [2], в котором цифровизация была соотнесена с тремя ключевыми технологическими тенденциями:

– материальные объекты объединяются с компьютерными технологиями (формируя интернет вещей»);

– упрощается и ускоряется доступ к внешним «большим данным», включая корпоративные базы клиентов в сети Интернет, социальные сети, открытые аналитические источники и др.;

– компьютерные системы и программное обеспечение становятся все более интеллектуальными, предоставляя информацию для принятия бизнес-решений в цепях поставок в режиме реального времени.

В сборнике рекомендаций [2] отмечается, что цифровая трансформация цепи поставок — это трансформация старой линейной структуры цепи поставок в новую клиентоориентированную, нацеленную на сотрудничество, интеллектуальную, управляемую данными, адаптивную и устойчивую динамичную сетевую структуру. Цифровая трансформация охватывает весь процесс управления цепью поставок: от ее проектирования до выполнения всех основных функций и операций, включая закупки, производство, продажи, эксплуатацию, логистику. В динамической сетевой структуре взаимо-

отношения между «узлами» в цепи поставок становятся цифровыми и выстраиваются по принципу «многие ко многим». Использование современных компьютерных систем и программного обеспечения позволяет создавать несколько виртуальных цепей поставок в рамках одного набора физических активов. При этом любой товар, заказанный конкретным клиентом, может следовать по своему собственному, уникально настроенному маршруту в цепи поставок, формируя персонализированный сервис.

Согласно закону Меткалфа [34], с развитием и расширением цифровой сети поставок ее ценность будет расти в геометрической прогрессии, принося огромные выгоды предприятиям и отраслям. Горизонтальное расширение одной и той же цепочки создания стоимости и вертикальное взаимодействие между различными цепочками создания стоимости являются основой цифровизации цепей поставок.

Технологические инновации, которые выступают катализатором цифровой трансформации цепи поставок, определяют стратегическое и техническое развитие трансформационных процессов. При этом правильный выбор цифровых технологий для преобразования старой линейной структуры цепи поставок является ключевым этапом в реализации технологической стратегии ее цифровой трансформации.

Материалы и методы

При проведении исследования технологических инноваций в цепях поставок и изучении практического опыта применения современных цифровых технологий их участниками использовались методы сравнения и обобщения, методы научного прогнозирования, ретроспективный анализ. В качестве эмпирической базы рассматривались результаты аналитических исследований и рекомендации ведущих консалтинговых компаний на рынках информационных технологий и программного обеспечения, в частности, Blue Yonder Group, Gartner, iResearch Consulting Group.

Результаты и обсуждение

Американская компания Gartner, специализирующаяся в области исследований и консалтинга на рынках информационных технологий, ежегодно определяет стратегические технологические тренды, которые необходимо учитывать при проектировании и управлении цепями поставок. По мнению экспертов компании Gartner [44], стратегические технологические тенденции потенциально могут привести к значительным сбоям в цепях поставок и/или предоставить существенные возможности для их участников. Поэтому лидеры технологических инноваций в цепях поставок должны оценивать стратегические тенденции развития цифровых технологий, чтобы противостоять потенциальным угрозам и создавать конкурентные преимущества за счет их использования.

В таблице 1 приведена сравнительная характеристика топ-8 стратегических технологических трендов с учетом их ценности и конкурентных преимуществ в цепях поставок по результатам ежегодных исследований компании Gartner в 2019–2021 гг. [4, 5, 64]. По данным таблицы видно, что технологическим трендом номер 1 в 2020–2021 гг. является переход от автономных вещей, использующих искусственный интеллект для автоматизации функций, ранее выполнявшихся людьми [44], к гиперавтоматизации, сочетающей такие технологии, как машинное обучение, искусственный интеллект, роботизированную автоматизацию процессов и многие другие цифровые технологии, для быстрой идентификации, проверки и автоматизации бизнес-процессов, которые изначально требовали той или иной формы человеческого суждения или действия [74]. Ожидается [64], что гиперавтоматизация поможет автоматизировать транзакционные процессы, например, такие как перевод финансовых средств, и принятие сложных управленческих решений, что в конечном итоге расширит возможности персонала и поддержит создание интеллектуальной цепочки поставок.

**Таблица 1 — Стратегические технологические тренды в цепях поставок
в 2019–2021 гг.***

2019 г.	2020 г.	2021 г.
Автономные вещи	Гиперавтоматизация	Гиперавтоматизация
Расширенная аналитика	Цифровые двойники цепочек поставок	Цифровые двойники цепочек поставок
Искусственный интеллект	Непрерывный интеллект	Иммерсивный опыт и приложения
Цифровые двойники	Управление цепочками поставок и безопасность	Граничные экосистемы
Расширенные возможности	Граничные вычисления и аналитика	Безопасность цепочки поставок
Иммерсивный опыт	Искусственный интеллект	Экологическое Социальное Управление (ESG)
Блокчейн в цепочке поставок	Сеть 5G	Встроенный искусственный интеллект и аналитика
Умные пространства	Иммерсивный опыт	Расширенный анализ данных

** Составлена по материалам [4, 5, 64].*

В качестве технологического тренда номер 2 в 2020–2021 гг. определяется цифровое представление физической цепи поставок в виде цифрового двойника (Digital Supply Chain Twin, DSCT). Цифровой двойник составляется путем аккумуляции соответствующих данных по всей цепи поставок и ее операционной среде. DSCT формирует основу для принятия локальных и сквозных решений (end-to-end, E2E) и гарантирует, что принятие этих решений будет согласовано по горизонтали и вертикали в рамках всей сетевой структуры цепи поставок. По мнению вице-президента по исследованиям и аналитике практики Gartner Supply Chain К. Титце, «DSCT являются частью цифровой тематики, описывающей постоянно растущее слияние цифрового и физического миров. Соединение обоих миров повышает ситуационную осведомленность и поддерживает процесс принятия решений» [54].

Иммерсивный опыт и приложения рассматриваются как технологический тренд номер 3 в 2021 г. Считается, что технологии иммерсивного опыта, такие как виртуальная реальность (VR), дополненная реальность (AR) и смешанная реальность (MR) потенциально способны радикально повлиять на траекторию управления цепями поставок [54]. Применение технологий иммерсивного опыта позволяет переосмыслить потребительский опыт, предоставляя пользователям

возможность воспринимать виртуальный мир и взаимодействовать с ним. При этом появляются новые модели взаимодействия на протяжении всего жизненного цикла продукта не только с людьми, но и с машинами, приложениями и другими устройствами. Наголовные дисплеи (HMD), носимые устройства, смарт-очки, 5G и даже смартфоны или планшеты формируют цифровую инфраструктуру для иммерсивного опыта и обеспечивают его улучшения за счет сочетания графической обработки, искусственного интеллекта и других отдельных бизнес-приложений [64].

Сравнительно новым стратегическим технологическим трендом в цепях поставок в 2021 г. являются граничные экосистемы. Граничные экосистемы состоят из граничных вычислений и приложений для обработки данных. Развитие граничных вычислений, при которых данные обрабатываются и анализируются вблизи точки их сбора (некоторые специалисты именуют их «мгновенными данными» [84]), совпадает с распространением устройств Интернета вещей (IoT) [54]. По прогнозным оценкам Gartner [44], до 2028 г. ожидается стремительное увеличение внедрения сенсоров, систем хранения данных, вычислительных возможностей и расширенного искусственного интеллекта в периферийные устройства.

Граничные экосистемы позволяют лидерам в области цифровых технологий

в цепях поставок перераспределять и повторно использовать большие объемы мощностей по обработке «мгновенных данных», генерируемыми датчиками устройств и/или пользователями, на периферии предприятий для принятия управленческих решений в режиме реального времени. Например, эти технологии можно применять для отслеживания и мониторинга требований к условиям хранения и/или температуре на нескольких этапах жизненного цикла продукта [64]. Некоторые предприятия внедряют их на своих складах для управления беспилотными вилочными погрузчиками. Продавцы промышленного оборудования могут использовать периферийные вычисления для анализа ситуаций, когда деталь нуждается в обслуживании или замене [54].

В качестве важнейшего технологического тренда, который был отдельно отмечен в 2021 г., определяется безопасность цепочки поставок. По мнению экспертов компании Gartner [54], информационная безопасность становится все более значимой макроэкономической тенденцией, поскольку растет число глобальных рисков, а нарушения безопасности негативно влияют на отдельные компании как на цифровом, так и на физическом уровне. Считается [64], что для обеспечения безопасности цепей поставок необходим более комплексный подход к всестороннему учету рисков, таких как фальсификация, киберпреступность, нарушение конфиденциальности и безопасности передачи данных по всей цепочке поставок (end-to-end). Учитывая ранее отмеченную тенденцию к гиперавтоматизации, можно ожидать появление нового поколения масштабируемых технологических решений для обеспечения безопасности цепей поставок.

В 2021 г. впервые к числу стратегических технологических трендов отнесено устойчивое развитие цепей поставок с учетом экологических требований, норм социальной ответственности и современных стандартов корпоративного управления (Environmental Social Governance, ESG). Глобальные цепи поставок призваны сыграть ключевую роль как в картировании

потоков создания ценности, так и в оценке рисков и возможностей ESG в контексте устойчивого социально-экономического развития.

Современные цифровые технологии позволяют отслеживать происхождение любых сырьевых продуктов, например, таких как пальмовое масло или соя, и согласовывать их использование с корпоративными целями в области биоразнообразия и/или влияния на изменение климата и окружающей среды. По мнению вице-президента по исследованиям Gartner К. Титце, «неспособность инвестировать в инструменты и решения, которые управляют, прогнозируют и адаптируются к новым воздействиям ESG, может оказать значительное влияние на имидж бренда или компании, восприятие потребительской ценности, а также на стоимость и доступность товаров» [64].

Эксперты Gartner Supply Chain в каждом исследовании в качестве одного из основных стратегических технологических трендов в цепях поставок выделяют искусственный интеллект (Artificial Intelligence, AI), который, чаще всего, используется для моделирования когнитивных процессов с помощью компьютерных программ. В исследовании 2021 г. акцент делается на прикладных характеристиках AI (встроенный искусственный интеллект) в сочетании с аналитикой.

Встроенный искусственный интеллект и аналитика являются прикладными цифровыми технологиями корпоративного уровня, которые сочетают в себе программное и аппаратное обеспечение, AI и алгоритмы его применения. Соединение встроенного искусственного интеллекта и аналитики позволяет создавать программные продукты и технологии, которые обеспечивают отчетность в режиме реального времени, интерактивную визуализацию данных и расширенную аналитику непосредственно в корпоративном бизнес-приложении. Этот набор программных продуктов и технологий может использоваться и в складском хозяйстве, в том числе, для формирования интеллектуальных роботизированных систем комплектования и роботизированных систем

передачи товаров человеку (Goods-to-Person, G2P) [6, 94]. По прогнозным оценкам Gartner [94], к 2024 г. 50 % основных участников цепей поставок будут инвестировать в приложения, поддерживающие возможности искусственного интеллекта и расширенной аналитики.

Расширенный анализ данных (технологический тренд номер 8 в 2021 г.) характеризуется экспертами Gartner Supply Chain [64] как комбинация нескольких технологий, которые упрощают расширенную обработку данных, аккумулярованных в «озере данных» или на платформе, и в дальнейшем позволяют предоставлять полезную информацию, прогнозы и предложения. Расширенные аналитические методы включают в себя интеллектуальный анализ данных / текста, машинное обучение, сопоставление с образцом, прогнозирование, визуализацию, семантический анализ, анализ настроений, сетевой и кластерный анализ, многомерную статистику, анализ графиков, моделирование, обработку сложных событий, нейронные сети [104].

В целом же, методы и инструменты расширенного анализа данных, наряду с корпоративными бизнес-приложениями, дают возможность собирать, сопоставлять и анализировать несколько потоков данных в сетевой структуре цепи поставок и предоставлять фокусной компании и ее основным контрагентам всю необходимую информацию для принятия эффективных управленческих решений.

Выводы

Ретроспективный анализ стратегических технологических трендов с учетом их ценности и конкурентных преимуществ позволяет установить перспективные направления развития цифровой трансформации цепей поставок:

- искусственный интеллект и машинное обучение все в большей степени становятся важнейшими катализаторами гиперавтоматизации бизнес-процессов в цепях поставок;

- цифровые цепочки поставок, построенные на основе детализированных данных и отражающие операции и связи практически в режиме реального време-

ни, являются полными цифровыми двойниками физических цепей поставок для все большего числа фокусных компаний;

- ключевым моментом цифровой трансформации становится объединение инновационных технологий для решения логистических задач, повышения устойчивости цепей поставок и усиления их конкурентных преимуществ;

- по прогнозным оценкам компании Gartner [114], к 2026 г. более 50 % крупных организаций будут конкурировать как цифровые экосистемы, формируемые для совместного использования ресурсов, активов и инноваций, и развития равноправных отношений между всеми участниками сетевой структуры цепи поставок для создания и обмена ценностью.

Библиографический список

1. Blue Yonder Releases Q4 2022 Company Highlights and Q1 2023 Commerce Industry Insights. — URL: <https://media.blueyonder.com>.
2. JDA Releases the Digital Supply Chain For Dummies Book. — URL: <https://files.stample.co>.
3. 2022 China Supply Chain Digitalization Report. — URL: <https://www.iresearchchina.com>.
4. The 2019 Top Supply Chain Technology Trends You Can't Ignore. — URL: <https://www.tadviser.ru>.
5. Top Supply Chain Tech Trends for 2020. — URL: www.supplychainconnect.com.
6. Gartner Identifies the Top Supply Chain Technology Themes in 2021. — URL: <https://www.gartner.com>.
7. Gartner Says Adoption of Hyperautomation by Gen Z will Drive Supply Chain Autonomy. — URL: <https://www.gartner.com>.
8. Граничные вычисления. — URL: <https://ru.wikipedia.org>.
9. Gartner Predicts Demand for Robotic Goods-to-Person Systems Will Quadruple Through 2023. — URL: <https://www.gartner.com>.
10. Глоссарий Gartner. Расширенная аналитика. — URL: <https://www.gartner.com>.
11. What Is Supply Chain Management? — URL: <https://www.gartner.com>.

Bibliographic list

1. Blue Yonder Releases Q4 2022 Company Highlights and Q1 2023 Commerce Industry Insights. — URL: <https://media.blueyonder.com>.

2. JDA Releases the Digital Supply Chain For Dummies Book. — URL: <https://files.stample.co>.

3. 2022 China Supply Chain Digitalization Report. — URL: <https://www.iresearchchina.com>.

4. The 2019 Top Supply Chain Technology Trends You Can't Ignore. — URL: <https://www.tadviser.ru>.

5. Top Supply Chain Tech Trends for 2020. — URL: www.supplychainconnect.com.

6. Gartner Identifies the Top Supply Chain Technology Themes in 2021. — URL: <https://www.gartner.com>.

7. Gartner Says Adoption of Hyperautomation by Gen Z will Drive Supply Chain Autonomy. — URL: <https://www.gartner.com>.

8. Boundary calculations. — URL: <https://ru.wikipedia.org>.

9. Gartner Predicts Demand for Robotic Goods-to-Person Systems Will Quadruple Through 2023. — URL: <https://www.gartner.com>.

10. Gartner Glossary. Advanced Analytics. — URL: <https://www.gartner.com>.

11. What Is Supply Chain Management? — URL: <https://www.gartner.com>.